Archive of SID

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و هفتم، شماره سوم، ۱۳۹۹
۱۳۱-۱۴۷
http://jopp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jopp.2020.16598.2518

بررسی تفاوت‌ها و وراثت‌پذیری صفات ریخت‌شناسی و فیتوشیمیایی برخی از ارقام و ژنوتیپ‌های سیب بومی ایران

*محمدمهدی شریفانی[۱]، میترا جباری[۲]، احد یامچی[۳] و هادی درزی رامندی[۴]

[۱]دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران،
[۲]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد میوه‌کاری، گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران،
[۳]استادیار گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران،
[۴]دانش‌آموخته دکتری اصلاح نباتات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۱۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۸/۱۱

چکیده

سابقه و هدف: وجود تنوع ژنتیکی باعث بروز تنوع در خصوصیات فیزیکی-شیمیایی میوه می‌گردد. هم‌چنین موجب ایجاد سازگاری بیش‌تر گیاهان به محیط‌های مختلف شده و گزینش ژنوتیپ‌های برتر را فراهم می‌کند. ازآن‌جایی‌که تنوع در ژرم‌پلاسم گیاهی در برنامه‌های اصلاحی امری مهم به‌شمار می‌رود، مطالعه حاضر با هدف ارزیابی ارقام مختلف سیب براساس خصوصیات ریخت‌شناسی و فیتوشیمیایی با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره صورت گرفت.

مواد و روش‌ها: این پژوهش به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی دوازده ژنوتیپ سیب شامل چهار رقم بومی ایران و هشت رقم خارجی با استفاده از صفات ریخت‌شناسی و فیزیولوژیکی در سال ۱۳۹۵ در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در آزمایشگاه فیزیولوژی باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. ارقام مورد مطالعه از ایستگاه باغبانی کمال‌شهر کرج وابسته به مؤسسه تحقیقات، اصلاح و تهیه نهال و بذر تهیه شدند. در مجموع یازده صفت شامل وزن، حجم، چگالی، سفتی، اسیدیته، میزان مواد جامد محلول، درصد آب میوه به همراه میزان فنول و فلاونوئید پوست و گوشت میوه مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که در همه صفات مورد بررسی در بین ارقام سیب اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد که امکان گزینش ژنوتیپ‌هایی با صفات مطلوب را فراهم می‌کند. بررسی میانگین صفات نشان داد که وزن میوه از ۱۶۱/۹ گرم در رقم فوجی تا ٤/٥ گرم برای رقم گل‌قرمز متغیر بود. میزان اسیدیته از ۰/۸۸درصد برای رقم گل‌سفید تا ۰/۱٦ درصد برای ژنوتیپ شاهرود۱۰ متغیر بود. میزان درصد مواد جامد محلول در بین ارقام از ۱۹/۵ درصد برای رقم رددلیشز تا ۱۱/۵ درصد برای ارقام گوشت قرمز۲ و گلاب کهنز متغیر بود. صفات وزن میوه، حجم میوه، درصد آب میوه، مواد جامد محلول، اسیدیته، فنول گوشت، فلاونوئید گوشت و فلاونوئید پوست دارای توارث پذیری بالای ۰/۹ بودند که نشان‌دهنده تأثیرپذیری کم‌تر این صفات از عوامل محیطی است. به‌منظور تشخیص مهم‌ترین صفات تأثیرگذار جهت تفکیک ارقام، از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی استفاده

* مسئول مکاتبه: mmsharif2@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

شد و مطابق آن سه مؤلفه اصلی توانستند. درمجموع ۸٤/۱ درصد از واریانس کل را توجیه کنند. با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به روش وارد (Ward)، ژنوتیپ‌های مورد بررسی بر اساس صفات ریخت‌شناسی و فیتوشیمیایی در سه گروه متمایز قرار گرفتند و با توجه به فواصل ماهالانوبیس (Mahalanobis) بین گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای بیش‌ترین فاصله بین گروه دوم و سوم مشاهده شد. براساس نتایج حاصل از بای‌پلات، ارقام در سه گروه مجزا قرار گرفتند که با نتایج تجزیه خوشه‌ای مشابه بود.

نتیجه‌گیری: طبق نتایج این پژوهش ارقام و ژنوتیپ‌های سیب بومی ایران از نظر تنوع ژنتیکی غنی بوده و می‌توانند نقش مهمی در برنامه‌های به‌نژادی سیب در آینده داشته باشند و هم‌چنین نتایج نشان داد که برخی صفات، ضریب تغییرات فنوتیپی بالاتری داشته مانند وزن، حجم میوه و درجه سفتی و میزان اسیدیته که اهمیت این صفات را در بررسی‌های ریخت‌شناسی نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: ارقام، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، تجزیه خوشه‌ای، تنوع ژنتیکی، ژنوتیپ‌های بومی ایران، سیب

مقدمه

وجود تنوع ژنتیکی در گیاهان شرط لازم در اجرای برنامه‌های به‌نژادی بوده تا با بهره‌برداری از آن شانس گزینش ژنوتیپ‌های مطلوب افزایش یابد. بر این اساس، مطالعه و بررسی تنوع ژنتیکی در بین گونه‌ها و جمعیت‌های داخل گونه‌ها از نظر اصلاحی با ارزش بوده و می‌تواند کمک شایانی به پیشبرد برنامه‌های تحقیقاتی نماید (۲، ۷، ۲۵ و ٤۱). ذخایر توارث گیاهی به‌عنوان زیربنای پژوهش‌ها در امر به‌نژادی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند و حفاظت و حراست از آن‌ها از دیدگاه ملی و بین‌المللی بسیار ارزشمند می‌باشد. اولین گام در شناسایی و تفکیک توده‌های بومی گیاهان، مطالعه خصوصیات ریخت‌شناسی و فنولوژیکی است، زیرا این ویژگی‌ها به‌راحتی و در زمان کمی قابل‌اندازه‌گیری بوده و کاربرد عملی فراوانی دارند (٤۲). بررسی کیفیت میوه مهم‌ترین بخش فرآیند ارزیابی دانهال‌ها می‌باشد. شاخص‌های کمّی و کیفی میوه مثل اندازه، رنگ، شکل، طعم و مزه و بافت میوه اهمیت بسیار مهمی در فرآیند گزینش دارند، اگرچه کیفیت مطلوب میوه می‌تواند متأثر از ذائقهٔ مصرف‌کننده نیز باشد (٤۰).

سیب از جنس *Malus* زیرخانواده *Maloideae* و خانواده *Rosaceae* می‌باشد (۳۷). سیب امروزی، یک هیبرید درون‌گونه‌ای است که با نام علمی *Malus*× *domestica* Borkh. معرفی شده است (۲۷). میوه سیب یکی از بزرگ‌ترین تولیدات میوه در جهان به‌شمار می‌آید که با رتبه سوم میزان تولید جهانی آن در سال ۲۰۱۷ به بیش از ۸۳ میلیون تن رسید (۱۷). در سیب، دورگه‌گیری بین ارقام و یا دیگر گونه‌ها و جنس‌های زیرخانواده پوموئیده، یکی از روش‌های مرسوم اصلاح است (۲۰). افزایش بازارپسندی محصول و تولید ارقام جدید برای مصارف تازه‌خوری یا تبدیلی، از اهداف مهم در اصلاح خصوصی درختان میوه سیب است (۲۲). ویژگی‌های بافت میوه مانند تُردی، سفتی، آبدار بودن و خوش‌طعمی به‌عنوان یک شاخص‌های اصلی انتخاب مصرف‌کننده در هنگام خرید میوه‌های تازه ذکر شده است (۳٦) بنابراین ویژگی‌های اصلاح‌شده بافت که سبب بازاریابی میوه می‌شوند از اهداف برنامه‌های به‌نژادی سیب در سراسر جهان است (۲۲).

مصرف سیب به‌دلیل وجود پُلی‌فنول‌ها و فلاونوئیدها به‌عنوان منابع مهم آنتی‌اکسیدانی در رژیم غذایی انسان به‌شمار می‌آید که می‌تواند در حفظ سلامتی انسان مؤثر واقع شود. مطالعات اپیدمیولوژیک نشان می‌دهد که رابطه عکس بین مصرف سیب و بسیاری از بیماری‌های مزمن انسانی، به‌ویژه بیماری‌های قلبی

www.SID.ir

Archive of SID

عروقی، اختلالات ریوی، سرطان، دیابت وجود دارد (۲۳). این اثرات به‌دلیل وجود ترکیبات فنولیک از جمله فلاونول‌ها، دی هیدروکالکان‌ها، فلاوان ۳-ال‌ها، آنتوسیانین‌ها و اسیدهای هیدروکریناميک می‌باشد (۱۲، ۲۳ و ٤٤). علاوه بر این، وجود ترکیبات پلی‌فنولی در کیفیت میوه مانند ماندگاری، مقاومت به بیماری‌ها و سایر شاخص‌ها از جمله رنگ، طعم و مزه مؤثر بوده که در نهایت منجر به تعیین قیمت نهایی میوه سیب در بازار می‌شود. مطالعات مختلف نشان داده است که ژنوتیپ عامل اصلی و تعیین‌کننده در میزان ترکیبات در میوه سیب است. تفاوت معنی‌دار و تنوع درون‌گونه‌ای برای ترکیبات فنلی در ارقام مختلف سیب گزارش شده است (۹، ۳۲ و ٤٤). خصوصیات کمّی در سیب شامل اندازه، وزن و میزان آب میوه متفاوت از صفات کیفی بوده و به عوامل محیطی، شیوه‌های کشت، برداشت و شرایط نگهداری بستگی دارد (١٦، ۲۳، ٢٦، ۲۹ و ۳۱). هم‌چنین ارقامی با فنول بالا و مقادیر قابل‌توجهی از آنتی‌اکسیدان‌ها می‌توانند در تهیه و تولید دارو و مواد پاک‌کننده به‌عنوان یک راهبرد برای پیشگیری از بیماری‌ها و حفظ سلامت استفاده شوند (٦).

شناسایی، جمع‌آوری و ارزیابی ریخت‌شناسی ژرم‌پلاسم سیب بومی ایران توسط علیزاده (۳) با استفاده از توصیف نامه استاندارد، انجام و چهارصد ژنوتیپ سیب محلی در ۱۳ استان کشور شناسایی و ارزیابی گردید. مرتضوی (۲۰۰۰) به دنبال معرفی بهترین ارقام تجارتی سیب منطقه شاهرود یک طرح در این زمینه با ۱۲ رقم و صفاتی مانند اندازه، قطر، طول، وزن، حجم، سفتی و رنگ میوه انجام داد. بهترین ارقام در این مطالعه ازنظر عملکرد ارقام گلدن دلیشز و اسموتی، به لحاظ اندازه میوه ارقام رد دلیشز و اویل گلد و ازنظر شیرینی ارقام رد اسپار و رد دلیشز معرفی شدند (۳٤). دمیار و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای که تعداد ۹ ژنوتیپ سیب گوشت قرمز را از نظر خصوصیات ریخت‌شناسی، فنولوژیکی، پومولوژیکی و چشایی مورد ارزیابی قرار دادند (۱۱). فرامرزی و همکاران (۲۰۱٤) به‌منظور مطالعه تنوع ژنتیکی ارقام سیب گوشت قرمز ایرانی، ۱۷ صفت ریخت‌شناسی برای هشت ژنوتیپ گوشت قرمز و ۱۲ رقم تجاری ایرانی و خارجی اندازه‌گیری کردند. نتایج این پژوهش نشان داد ژنوتیپ‌های گوشت قرمز و ارقام ایرانی و خارجی در گروه‌های مجزا قرار گرفتند (١٤). مختاریان و همکاران (۲۰۱٦) با ارزیابی برخی از ژنوتیپ‌های سیب بومی خراسان نشان دادند که تنوع زیادی در ژنوتیپ‌ها از نظر وزن، قطر میوه، زمان رسیدن و سایر صفات مورد بررسی وجود داشت (۳۳ و ۳۵). قربانی و همکاران (۲۰۱۱) برخی ترکیبات فنولی پوست، فنول کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی پوست و گوشت ۱۳ رقم سیب بومی و وارداتی مورد بررسی قرار دادند و نتایج به‌دست آمده نشان داد ارقام مورد مطالعه از نظر ترکیبات اندازه‌گیری شده اختلاف معنی‌داری با هم داشته‌اند (۱۸) ویئرا و همکاران (۲۰۱۱) ترکیبات فنولی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی پوست و گوشت ۱۱ رقم سیب در برزیل را مورد مطالعه قرار دادند. طبق نتایج آن‌ها تفاوت معنی‌داری از لحاظ ترکیبات فنولی در بین ارقام سیب مشاهده شد و هم‌چنین نشان دادند رقم، عامل اصلی در تعیین ترکیبات زیستی سیب می‌باشد (٤٨).

در این مطالعه سعی شده است با هدف بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های سیب گوشت قرمز و ارقام سیب ایرانی زمینه‌ای برای شناسایی و حفظ و گسترش این ذخایر ژنتیکی آن‌ها ایجاد شود تا بتوان در آینده از آن‌ها در کارهای اصلاحی سیب از آن‌ها بهره برد.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی تنوع ژنتیکی برخی از ژنوتیپ‌های سیب بومی ایران و ارقام خارجی با استفاده از صفات ریخت‌شناسی و فیزیولوژیکی، آزمایشی در سال ۱۳۹۵ در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار، در آزمایشگاه فیزیولوژی باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. ارقام مورد آزمایش از ایستگاه باغبانی کمال‌شهر کرج وابسته به مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر تهیه شدند. نمونه‌ها شامل ٤ ژنوتیپ گوشت قرمز و ٤ رقم تجاری و مابقی ارقام ایرانی بودند (جدول ۱). تمامی نمونه‌ها بر اساس تقویم بلوغ هر رقم برداشت شدند. نمونه‌های محلی تیز بر اساس تقویم محلی هر منطقه برداشت شدند. هر نمونه در تاریخ بلوغ فیزیولوژیک و مطابق با زمان برداشت منطقه برداشت شد. بدین‌صورت که گلاب کهنز در تیرماه ارقام گل سفید، شاهرود ۱۰، گوشت قرمز، مازند ۲، گل قرمز و گالا در مرداد ماه و قرمز جنگلی در شهریور و مازند ۱ و فوجی در آبان ماه و رد دلیشس و گلدن دلیشس از مهر تا آبان‌ماه برداشت شدند. در هر مرحله نمونه‌های برداشت‌شده به آزمایشگاه منتقل و صفات مربوطه اندازه‌گیری شدند. صفات اندازه‌گیری شده شامل: وزن میوه (با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم)، حجم (به روش جابه‌جایی حجم آب)، تراکم، میزان سفتی میوه به‌وسیله سفتی‌سنج با پلانجر ۸ میلی‌متر مدل واگنر ژاپن (٤۳)، درصد آب‌میوه با دستگاه آب‌میوه‌گیری، مواد جامد محلول به‌وسیله رفراکتومتر دستی و اسیدیته قابل تیتراسیون بر اساس محتوای اسید غالب (اسید مالیک) به روش عیارسنجی با محلول ۰/۱ نرمال سود (٤) و فنول پوست و گوشت میوه با استفاده از معرف فولین سیکالتو (۳۰) به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۷٦۰ نانومتر و فلاونوئید پوست و گوشت میوه به روش رنگ‌سنجی آلومینیوم کلراید (۱۰) در طول موج ٤۱۵ نانومتر اندازه‌گیری شد. این آزمایش برای نمونه‌های پوست و گوشت هر رقم به طور جداگانه در سه تکرار انجام شد.

برآورد اجزای واریانس و وراثت‌پذیری عمومی: برای محاسبه واریانس فنوتیپی (رابطه ۳)، واریانس ژنتیکی (رابطه ۱)، واریانس محیطی (رابطه ۲) بازده ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها (رابطه ۸)، ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی (رابطه‌های ۵ و ٦)، ضرایب تغییرات محیطی (رابطه ۷) و وراثت پذیری عمومی (رابطه ٤) از امید ریاضی میانگین مربعات در جدول تجزیه واریانس استفاده شد (۱۵).

$Vg = \frac{MSg - MSe}{r}$ واریانس ژنتیکی، (رابطه ۱)

$Ve = MSe$ واریانس محیطی (رابطه ۲)،

$Vp = Vg + Ve$ واریانس فنوتیپی (رابطه ۳)

$h_b^2 = \frac{Vg}{Vp}$ وراثت‌پذیری عمومی (رابطه ٤)،

$CVp = \frac{\sqrt{Vp}}{\bar{X}} \times 100$ ضریب تنوع فنوتیپی (رابطه ۵)،

$CVg = \frac{\sqrt{Vg}}{\bar{X}} \times 100$ ضریب تنوع ژنتیکی (رابطه ٦)

$CVe = \frac{\sqrt{Ve}}{\bar{X}} \times 100$ ضریب تغییرات محیطی (رابطه ۷)،

$GA = K \times h_b^2 \times \sqrt{Vp}$ بازده ژنتیکی (رابطه ۸)

(۱۵)

در رابطه‌های بالا MSg و MSe به‌ترتیب واریانس یا میانگین مربعات تیمار و خطای آزمایشی، r تعداد تکرار آزمایشی، Vp، Vg و Ve به‌ترتیب اجزای واریانس فنوتیپی، ژنوتیپی و محیطی و $\bar{x}$ میانگین کل برای هر صفت می‌باشد. مقادیر نسبی این ضرایب برآورد شده نشانگر مقادیر تنوع موجود در ژنوتیپ‌های مورد بررسی می‌باشد (۱۵).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- ژنوتیپ‌ها و ارقام سیب مورد ارزیابی در این مطالعه.

Table 1. The apple genotypes and cultivars evaluated in this study.

ژنوتیپ Genotype	منشأ Origin	رقم Cultivar	منشأ Origin	رقم Cultivar	منشأ Origin
*مازند۱ Mazand1	مازندران Mazandaran	گلاب کهنز Golab-Kohanz	شهریار Shahriar	فوجی Fuji	ژاپن Japan
*مازند۲ Mazand2	مازندران Mazandaran	گل‌سفید Gol-Sefid	تهران Tehran	گالا Gala	نیوزیلند New Zealand
*شاهرود۱۰ SH10	شاهرود Shahrood	گل قرمز Gol-Ghermez	تهران Tehran	رد دلیشز Red-delicious	آمریکا America
*گوشت قرمز۲ GH2	شاهرود Shahrood	قرمز جنگلی Ghermez-jangali	تهران Tehran	گلدن دلیشز Golden-delicious	آمریکا America

* ژنوتیپ‌های گوشت قرمز

* Red flesh genotypes

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها: داده‌های به‌دست‌آمده ابتدا در نرم‌افزار مایکروسافت اکسل ثبت شد و سپس آماره‌های توصیفی از جمله میانگین، حداکثر، حداقل و ضریب تغییرات[1] با استفاده از نرم‌افزار Rstudio محاسبه شد. تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده به‌صورت یک‌طرفه با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام شد. از بسته corrplot در محیط نرم‌افزار Rstudio برای تعیین و ترسیم همبستگی ساده بین صفات اندازه‌گیری شده استفاده گردید. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) به‌منظور بررسی روابط صفات و گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها و ارقام موردمطالعه در محیط نرم‌افزار Xlstat انجام شد. تجزیه خوشه‌ای[2]، محاسبه فواصل و رسم دندروگرام مربوطه نیز به روش وارد[3] و ضریب مربع فاصله اقلیدسی روی داده‌های استانداردشده انجام شد. اجزای واریانس، وراثت‌پذیری عمومی، ضرایب تنوع فنوتیپی، ژنوتیپی و محیطی نیز محاسبه شدند.

1- Coefficient of Variance
2- Cluster analysis
3- Ward method

نتایج و بحث

آمار توصیفی صفات مورد بررسی: نتایج مربوط به آماره‌های توصیفی صفات موردمطالعه ارقام مختلف سیب شامل حداقل، حداکثر، میانگین، انحراف معیار و ضریب تغییرات در جدول ۲ نشان داده شده است. ضریب تغییرات بالاتر در هر صفت، بیانگر دامنه وسیع‌تر آن است و بنابراین امکان گزینش را افزایش می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود در بین ارقام بررسی‌شده تنوع قابل‌ملاحظه‌ای میان صفات مطالعه شده وجود داشت. به‌عنوان مثال، وزن میوه از ٤/٥١ تا ١٦١/٨٥ گرم متغیر بود و ارقام بررسی‌شده به‌طور بیش‌تر متوسط از وزن ٨٥/٠٦ گرم برخوردار بودند. در این رابطه، رقم گل قرمز (٤/٥ گرم) و رقم فوجی (١٦١/٩) به‌ترتیب کم‌ترین و بیش‌ترین وزن میوه را دارا بودند. تجزیه واریانس ساده صفات مورد بررسی در ارقام مختلف سیب نشان داد که برای تمامی صفات اندازه‌گیری‌شده اختلاف معنی‌داری بین نمونه‌ها مورد مطالعه وجود داشت (جدول ۳) هم‌چنین ارقام مورد آزمایش در این پژوهش ازنظر فُنل پوست،

www.SID.ir

Archive of SID

گوشت میوه و فلاونوئید پوست و گوشت میوه متفاوت بوده و دارای ضریب تغییرات بالایی بودند؛ بنابراین می‌توان از این صفات به‌عنوان صفاتی متمایزکننده انتخاب کرد. بررسی مقایسه میانگین‌ها (جدول ٤) نشان داد که بیش‌ترین میزان وزن و حجم در رقم فوجی بوده (به‌ترتیب ١٦١/٩ گرم، ١٨٥ سانتی‌مترمکعب) و کم‌ترین آن در ارقام گل قرمز و گل‌سفید بوده است. گوزلکی و کایانک (٢٠٠٠) گزارش نمودند که بین وزن میوه و حجم میوه ارتباط نزدیکی وجود دارد (٢١). نتایج این پژوهش با نتایج مراتینیک و فوتیریک) (٣٥) (٢٠١٢) و ریم و همکاران (٢٠١٢) مطابقت دارد (٤٢). بیش‌ترین مقدار تراکم در رقم گلدن دلیشز (٠/٩٦ گرم بر سانتی‌مترمکعب) و کم‌ترین در رقم مازند١ می‌باشد. پرانگ و همکارن (١٩٩٣) گزارش نمودند که ارقامی از سیب که سفتی کم‌تر از ٤/٥ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع (٩/٩ پوند) دارند معمولاً مورد قبول مصرف‌کنندگان نیست، بنابراین، چنین مقداری حداقل استحکام قابل‌قبول برای بسیاری از ارقام تجاری سیب محسوب می‌شود (٣٨). بیش‌ترین سفتی مربوط به رقم گل‌قرمز (١٢/٢ نیوتن بر مترمربع) و کم‌ترین میزان سفتی در رقم گوشت قرمز ٢ (٥ نیوتن بر مترمربع)، بیش‌ترین درصد آب میوه و مواد جامد محلول در رقم رددلیشز (به‌ترتیب ٥٤/٦ درصد، ١٩/٥ بریکس) مشاهده شد. مقدار آب میوه در ارقام مختلف سیب متفاوت است و هر قدر آب میوه بیش‌تر باشد، خاصیت انبارداری میوه کاهش می‌یابد (٨). بیش‌ترین میزان اسیدیته در رقم گل‌سفید (٠/٨٨ درصد) و کم‌ترین مقدار در رقم شاهرود١٠ (٠/١٦ درصد) بوده است. فدایی‌اقدم و همکاران (٢٠٠٣) برخی صفات سیب رقم آویل گلد را بر روی پایه رویشی M9 مورد بررسی قرار دادند و نتایجی مانند متوسط مواد جامد محلول ١٤/٢ درصد، میانگین اسید میوه ٠/٣٧ را به‌دست آوردند که مشابه نتایج این مطالعه بود (١٣). در رقم گل قرمز بیش‌ترین مقدار فنول پوست (٢٤٦/١ میلی‌گرم اسید گالیک) و در رقم گل‌سفید بیش‌ترین مقدار فنول گوشت (٢٣٢/٦ میلی‌گرم اسید گالیک) دیده شد. بیش‌ترین میزان فلاونوئید پوست و گوشت به‌ترتیب مربوط به رقم رد دلیشز (١٩٨/٥ میلی‌گرم کوئرستین بر گرم وزن تر) و شاهرود١٠ (٥٦/٠٢ میلی‌گرم کوئرستین بر گرم وزن‌تر) بوده است (جدول ٤). غلظت ترکیبات فنولی در سیب بستگی به رقم، مرحله بلوغ، شرایط محیطی و بخش‌های مختلف میوه بستگی دارد (١، ٢٨ و ٤٧).

در مطالعه بلاژ و همکاران (٢٠١٢) نشان داده شد که میزان فنول و فلاونوئید در پوست ارقام گوشت قرمز بیش‌تر از گوشت میوه می‌باشد که در بیش‌تر ارقام گوشت قرمز در این پژوهش مشابه همین نتیجه به‌دست آمد (٥). خانی‌زاده و همکاران (٢٠٠٨) گزارش کردند که توزیع ترکیبات فنولی در میان بافت‌های مختلف میوه سیب نیز متفاوت است. تفاوت بین مقدار مواد فنولی پوست و گوشت در واقع بیان‌کننده این نکته است که ساخت و تجمع این ترکیبات در بافت‌های مختلف متفاوت است (٢٤). وجود این اختلاف می‌تواند بیانگر نقش رقم و ژنتیک در ساخت و میزان ترکیب‌های فنولی باشد (١٩). طی پژوهشی وانگ و همکاران (٢٠١٤) نشان دادند که میزان فنول و فلاونوئید در پوست و گوشت ارقام گوشت قرمز بیش‌تر از ارقام گوشت سفید می‌باشد که با نتایج این پژوهش مطابقت داشته است (٤٩).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- پارامترهای آمار توصیفی صفات موردبررسی در ژنوتیپ‌ها و ارقام سیب.

Table 2. Descriptive statistics parameters for studied traits in apple genotypes and cultivars.

ضریب تغییرات (درصد) CV %	انحراف معیار Standard deviation	میانگین Mean	حداکثر Max	حداقل Min	صفات Characters
20.60	17.05	85.06	161.85	4.51	وزن میوه Fruit weight
17.71	18.89	106.63	185.00	6.00	حجم میوه Fruit volume
5.03	0.040	0.794	0.955	0.428	تراکم میوه Fruit density
6.06	0.582	8.24	12.17	5.00	سفتی میوه Fruit firmness
7.04	2.949	41.73	54.62	24.97	درصد آب‌میوه Percentage of juice
5.40	0.757	13.89	19.50	11.50	مواد جامد محلول TSS
16.21	0.065	0.375	0.877	0.163	اسیدیته کل TA
11.54	14.62	126.70	246.10	62.03	فنول پوست Phenol skin
19.37	16.28	84.05	232.65	27.79	فنول گوشت Phenol flesh
18.44	17.46	94.65	198.52	17.67	فلاونوئید پوست Flavonoid skin
23.95	4.54	18.96	56.02	1.83	فلاونوئید گوشت Flavonoid flesh

جدول ۳- تجزیه واریانس ساده صفات موردبررسی در ارقام مختلف سیب.

Table 3. Analysis of variance of traits studied for different cultivars of apple.

فلاونوئید گوشت Flavonoid flesh	فلاونوئید پوست Flavonoid skin	فنول گوشت Phenol flesh	فنول پوست Phenol skin	اسیدیته کل TA	مواد جامد محلول TSS	درصد آب‌میوه Percentage of juice	سفتی میوه Fruit firmness	تراکم میوه Fruit density	حجم میوه Fruit volume	وزن میوه Fruit weight	درجه آزادی df	منابع تغییرات Source of variation
742.3**	10975.7**	9542.1**	7696.1**	0.153**	20.6**	313.1**	12.2**	0.059**	12843.4**	10465.5**	11	رقم Cultivar
12.97	216.1	197.4	572.9	0.002	0.237	4.8	0.56	0.006	145.3	109.6	24	خطا Error
23.95	18.44	19.37	11.54	16.21	5.40	7.04	6.06	5.03	17.71	20.60		ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of variations (%)

* و ** به‌ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد.

* and ** significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- مقایسه میانگین صفات موردبررسی در ژنوتیپ‌ها و ارقام سیب.

Table 4. Mean comparison of studied traits in apple genotypes and cultivars.

رقم Cultivar	وزن میوه Fruit weight	حجم میوه Fruit volume	تراکم میوه Fruit density	سفتی میوه Fruit firmness	درصد آب‌میوه Percentage of juice	مواد جامد محلول TSS	اسیدیته کل TA	فنول پوست Phenol skin	فنول گوشت Phenol flesh	فلاونوئید پوست Flavonoid skin	فلاونوئید گوشت Flavonoid flesh
مازند ۱ Mazand1	54.4^{d}	127.5^{c}	0.43^{e}	10.0^{b}	33.7^{f}	12.2^{ef}	0.21^{fg}	160.8^{b}	56.8^{e}	135.9^{b}	6.93^{ef}
مازند۲ Mazand2	24.7^{e}	30.0^{f}	0.83^{abc}	9.50^{bc}	34.3^{ef}	12.2^{ef}	0.34^{cd}	175.2^{b}	133.1^{b}	117.2^{b}	2.22^{f}
گل‌سفید Gol-Sefid	5.4^{f}	6.0^{g}	0.91^{ab}	10.5^{b}	26.0^{g}	17.2^{b}	0.88^{a}	99.8^{cd}	232.6^{a}	33.9^{de}	1.83^{f}
گل‌قرمز Gol-Ghermez	4.5^{f}	6.0^{g}	0.79^{bcd}	12.2^{a}	25.0^{g}	16.0^{c}	0.78^{b}	246.1^{a}	95.1^{c}	120.2^{b}	6.40^{ef}
قرمز جنگلی Ghermez jangali	102.5^{b}	119.0^{cd}	0.86^{abc}	8.50^{cd}	45.2^{cd}	12.4^{ef}	0.29^{de}	108.4^{c}	27.8^{f}	75.8^{c}	33.56^{b}
گوشت قرمز۲ GH2	54.5^{d}	75.0^{e}	0.73^{cd}	5.00^{f}	42.9^{d}	11.5^{f}	0.26^{ef}	90.9^{cd}	69.3^{de}	50.0^{cd}	23.38^{c}
شاهرود۱۰ SH10	80.6^{c}	104.3^{d}	0.77^{bcd}	6.33^{e}	37.9^{e}	12.6^{e}	0.16^{g}	97.8^{cd}	62.9^{e}	17.7^{e}	56.02^{a}
گلاب کهنز Golab-Kohanz	74.7^{c}	111.7^{cd}	0.67^{d}	6.50^{e}	48.8^{bc}	11.5^{f}	0.18^{g}	62.0^{d}	32.9^{f}	51.1^{cd}	31.03^{b}
گالا Gala	154.6^{a}	178.3^{a}	0.87^{abc}	7.53^{de}	51.6^{ab}	13.8^{d}	0.32^{de}	114.8^{c}	31.3^{f}	188.3^{a}	16.76^{d}
فوجی Fuji	161.9^{a}	185.0^{a}	0.88^{ab}	8.17^{d}	48.7^{bc}	15.9^{c}	0.40^{c}	118.4^{c}	100.7^{c}	113.0^{b}	19.65^{cd}
رد دلیشز Red delicious	156.5^{a}	183.3^{a}	0.86^{abc}	7.17^{de}	54.6^{a}	19.5^{a}	0.34^{cd}	160.9^{b}	90.9^{cd}	198.5^{a}	20.09^{cd}
گدن دلیشز Golden delicious	146.4^{a}	153.3^{b}	0.96^{a}	7.50^{de}	52.2^{ab}	12.0^{ef}	0.35^{cd}	85.2^{cd}	75.2^{cde}	34.3^{de}	9.63^{e}

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی داری با هم ندارند.

Means with common letters in each column are not significantly different at 5% level of probability.

www.SID.ir

Archive of SID

ضرایب همبستگی صفات مورد بررسی: ضرایب همبستگی ساده بین صفات نشان داد که برخی از صفات همبستگی معنی‌داری با هم داشتند (شکل ۵). بین صفات وزن میوه و درصد آب میوه (۰/۹۱)، حجم میوه و درصد آب میوه (۰/۸۷)، سفتی و اسیدیته کل (۰/۷۲)، سفتی و فنول پوست (۰/۷۲)، اسیدیته و فنول گوشت (۰/۷٦) همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. بیش‌ترین همبستگی مثبت بین صفات وزن و حجم میوه (۰/۹۵) و کم‌ترین همبستگی منفی بین صفات اسیدیته کل و فلاونوئید گوشت (۰/۵۸-) مشاهده شد. درنهایت می‌توان نتیجه گرفت میوه‌هایی که وزن بیش‌تری داشتند سفتی، اسیدیته و میزان فنول پوست و گوشت آن‌ها کم‌تر بود ولی در مقابل میزان آب میوه و فلاونوئید گوشت بیش‌تر بود به احتمال زیادمیوه‌های بزرگ‌تر چون نزدیک‌تر به مرحله بلوغ بودند دارای فنول کم‌تری بودند.

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA): بر اساس نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، سه مؤلفه اول، ۸٤/۱ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کردند (جدول ۵). در مؤلفه اول که ٤۵/۷۵ درصد از واریانس کل را توجیه کرد و بیش‌ترین سهم را در توجیه تغییرات داشت، صفت درصد آب‌میوه مهم‌ترین ضریب مؤلفه اول را به خود اختصاص داد و پس از آن اسیدیته، سفتی، وزن، حجم، فنول پوست و گوشت و فلاونوئید گوشت بیش‌ترین ضرایب را دارا بودند. صفات مذکور در مؤلفه اول می‌تواند به‌طور مستقیم بر عملکرد کمی و کیفی میوه اثرگذار باشند. مؤلفه دوم ۲۲/٤٦ درصد از تغییرات متغیرها را توجیه کرد و شامل صفات مواد جامد محلول و فلاونوئید پوست بود. مؤلفه سوم با تبیین ۱۵/۸۹ درصد از تغییرات کل تنها صفت تراکم میوه را شامل شد. افزایش این صفات موجب افزایش عملکرد و متابولیت‌های ثانویه می‌شود. صفات مواد جامد محلول و فلاونوئید پوست، در مؤلفه دوم قرار گرفتند که ۲۲/٤٦ درصد از سهم واریانس را به خود اختصاص دادند. هم‌چنین مؤلفه سوم صفت تراکم میوه را شامل شد که ۱۵/۸۹ درصد از سهم واریانس را توجیه نمود. می‌توان نتیجه گرفت تجزیه به مؤلفه‌های اصلی توانست ۱۱ صفت مورد ارزیابی را به‌صورت سه مؤلفه اصلی بیان کند که در بین آن‌ها مؤلفه اول بیش‌ترین سهم را به خود اختصاص داده است (جدول ۷).

نمودار دوبعدی حاصل از PCA: در این پژوهش، پراکنش ژنوتیپ‌های سیب با استفاده از دو مؤلفه اول و دوم که درمجموع ٦۸/۲۱ درصد از سهم کل واریانس را توجیه نمودند انجام گردید (شکل ۱). ارقام گوشت قرمز۲، شاهرود۱۰ و گلاب کهنز ازنظر صفات مؤثر در مؤلفه‌های اول و دوم شباهت بیش‌تری نشان دادند و در یک گروه قرار گرفتند. همان‌طور که مشاهده می‌شود ارقام در سه گروه تقریباً مجزا قرار گرفتند که با نتایج حاصل از تجزیه کلاستر مطابقت داشته است (شکل ۲). بر اساس نمودار دوبعدی، رقم رددلیشز از نظر صفات مؤثر در مؤلفه‌های اول و دوم در بالاترین سطح (قسمت مثبت) و ژنوتیپ مازند۱ در پایین‌ترین سطح (قسمت منفی) قرار دارند. در این مطالعه ژنوتیپ‌های مورد بررسی بر اساس صفات ریخت شناسی و فیتوشیمیایی در سه گروه متمایز قرار گرفتند و با توجه به فواصل ماهالانوبیس (Mahalanobis) بین گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای بیش‌ترین فاصله بین گروه دوم و سوم مشاهده شد (جدول ٦).

www.SID.ir

Archive of SID

تجزیه خوشه‌ای: بر اساس نتایج تجزیه خوشه‌ای (شکل ۳) ارقام مورد بررسی در فاصله نزدیک به ۳۷ در سه خوشه قرار گرفتند. ارقام گلاب کهنز، گوشت قرمز۲، شاهرود۱۰، گلدن دلیشز و مازند۱ که دارای بیش‌ترین میزان فلاونوئید گوشت، کم‌ترین سفتی، تراکم و اسیدیته کل بودند در خوشه یک قرار گرفتند. می‌توان به‌خاطر خصوصیات آن‌ها به‌عنوان میوه تازه‌خوری مصرف کرد. ارقام فوجی، گالا و رد دلیشز که در خوشه دو بودند، به‌علت دارا بودن بیش‌ترین مقدار وزن، حجم، درصد آب میوه، مواد جامد محلول و فلاونوئید پوست در صنایع آب میوه‌گیری به‌کار برد. ارقام گل قرمز، مازند۲ و گل‌سفید که بیش‌ترین مقدار فنول پوست و گوشت را داشتند در خوشه سه قرار گرفتند که می‌توان از آن‌ها برای استخراج مواد ثانویه استفاده کرد. در تجزیه کلاستر بین گروه یک و سه بیش‌ترین میزان فاصله وجود داشت و از تلاقی بین این دو گروه می‌تواند نوترکیبی‌های جدید و مطلوب ژنی ایجاد شود. بر اساس ضرایب مجذور فاصله اقلیدسی برآورد شده بیش‌ترین فاصله ژنتیکی بین ارقام گل‌سفید و گلاب کهنز به‌دست آمد هم‌چنین ارقام گلاب کهنز و گوشت قرمز از کم‌ترین فاصله ژنتیکی بر اساس صفات موردمطالعه برخوردار بودند. بر اساس نتایج حاصل از توارث‌پذیری (جدول ۸)، در همه صفات مورد مطالعه ضریب تنوع فنوتیپی بیش‌تر از ضریب تنوع ژنتیکی بود که نشان‌دهنده تأثیر عوامل محیطی بر این صفات بود. هرچه اختلاف مقدار ضریب تغییرات ژنوتیپی از ضریب تغییرات فنوتیپی کم‌تر باشد، نشان می‌دهد که اثر محیط روی صفت موردنظر کم‌تر است و بنابراین گزینش در جهت اصلاح چنین صفتی کارایی لازم را دارد. هر چه نسبت تنوع ژنوتیپی به محیطی زیاد باشد، بازده گزینش بیش‌تر بوده و بهتر می‌توان ژنوتیپ‌های مطلوب را از نامطلوب تفکیک کرد (۲۰۰۶). هم‌چنین مطابق با نظریه استنسفیلد (۱۹۹۱) چنان‌چه توارث‌پذیری صفتی بیش‌تر از ۰/۵ باشد، صفت دارای توارث‌پذیری بالا، چنان‌چه توارث‌پذیری عمومی صفتی بین ۰/۲ تا ۰/۵ باشد، صفت دارای توارث‌پذیری متوسط و چنان‌چه توارث‌پذیری صفت موردنظر کم‌تر از ۰/۲ باشد، صفت دارای توارث‌پذیری پایین می‌باشد (٤٦).

در این مطالعه وراثت‌پذیری اغلب صفات مورد ارزیابی احتمالاً به‌علت یکنواختی محیط آزمایش، در حد بالایی بود، گرچه مقادیر ضرایب تنوع فنوتیپی بزرگ‌تر از ژنتیکی بود که نشان‌دهنده دخالت اثر محیط می‌باشد (جدول ۷). ضریب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی برای تراکم، سفتی، درصد آب‌میوه، مواد جامد محلول و فنول پوست پایین ولی وراثت‌پذیری عمومی برآورد شده بالا بود که این نشان‌دهنده نقش بالای عمل افزایشی ژن‌ها و تأثیر کم عامل‌های محیطی بر کنترل این ویژگی است (٤٥). از طرفی تفاوت جزئی بین ضرایب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی برای ویژگی‌هایی هم‌چون وزن، حجم و اسیدیته نشان‌دهنده نقش بیش‌تر ژنوتیپ و تأثیر کم‌تر محیط بر این ویژگی‌ها است. میزان بازده ژنتیکی اندازه‌گیری‌شده با شدت انتخاب (K) ۵ درصد نشان داد در این ارتباط وزن، حجم، فنول گوشت و فلاونوئید پوست بیش‌ترین بازده ژنتیکی را در این مطالعه داشتند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) برای صفات موردمطالعه در ژنوتیپ‌های سیب.

Table 5. Principal component analysis (PCA) for the studied traits in apple genotypes.

صفات Traits	مؤلفه‌ها Components		
	1	2	3
وزن Fruit weight	**0.597**	0.345	0.016
حجم Fruit volume	**0.669**	0.245	0.008
سفتی Fruit firmness	**0.724**	0.037	0.061
درصدآب‌میوه Percentage of juice	**0.765**	0.159	0.017
اسیدیته کل TA	**0.737**	0.065	0.115
فنُل پوست Phenol skin	**0.396**	0.129	0.309
فنُل گوشت Phenol flesh	**0.572**	0.011	0.247
فلاونوئید گوشت Flavonoid flesh	**0.427**	0.120	0.016
مواد جامد محلول TSS	0.145	**0.563**	0.050
فلاونوئید پوست Flavonoid skin	0.000	**0.602**	0.317
تراکم میوه Fruit density	0.001	0.196	**0.591**
مقادیر ویژه Eigen values	5.03	2.47	1.75
واریانس (درصد) Variance (%)	45.75	22.46	15.89
واریانس تجمعی (درصد) Cumulative variance (%)	45.75	68.21	84.10

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦- فواصل ماهالانوبیس بین گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای.

Table 6. Mahalanobis distances between cluster analysis groups.

	گروه ۱ Group1	گروه ۲ Group2	گروه ۳ Group3
گروه ۱ Group1	0	4.7	3.3
گروه ۲ Group2	4.7	0	5.3
گروه ۳ Group3	3.3	5.3	0

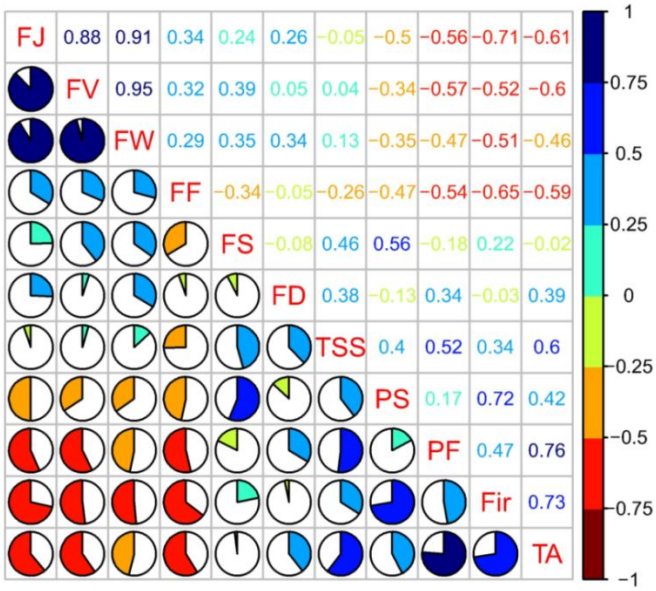
جدول ۷- مقادیر ضریب تنوع فنوتیپی، ژنوتیپی، محیطی، توارث‌پذیری عمومی و پیشرفت ژنتیکی صفات موردبررسی در ارقام سیب.

Table 7. Phenotypic, genotypic and environmental variation coefficient, general heritability and genetic advance of studied traits in apple cultivars.

صفات Traits	واریانس محیطی Environmental variance	واریانس ژنوتیپی Genotype variance	واریانس فنوتیپی Phenotypic variance	ضریب تنوع محیطی (درصد) Coefficient of environmental variation	ضریب تنوع ژنتیکی (درصد) Coefficient of genotypic variation	ضریب تنوع فنوتیپی (درصد) Coefficient of phenotypic variation	وراثت‌پذیری عمومی General heritability	سود ژنتیکی (K=۵٪) Genetic advance
وزن میوه Fruit weight	109.6	3452.0	3561.6	12.31	69.07	70.16	0.969	116.81
حجم میوه Fruit volume	145.3	4232.7	4378.0	11.31	61.02	62.06	0.967	129.25
تراکم میوه Fruit density	0.006	0.018	0.023	9.67	16.67	19.27	0.748	0.23
سفتی میوه Fruit firmness	0.559	3.872	4.431	9.07	23.88	25.55	0.874	3.72
درصد آب‌میوه Percentage of juice	4.82	102.8	107.6	5.26	24.29	24.86	0.955	20.01
مواد جامد محلول TSS	0.24	6.80	7.04	3.51	18.77	19.10	0.966	5.18
اسیدیته TA	0.002	0.050	0.052	10.56	59.87	60.79	0.970	0.45
فنُل پوست Phenol skin	572.9	2374.4	2947.3	18.89	38.46	42.85	0.806	88.39
فنُل گوشت Phenol flesh	197.4	3114.9	3312.3	16.71	66.40	68.47	0.940	109.28
فلاونوئید پوست Flavonoid skin	216.1	3586.6	3802.6	15.53	63.27	65.15	0.943	117.46
فلاونوئید گوشت Flavonoid flesh	13.0	243.1	256.1	19.00	82.24	84.41	0.949	30.68

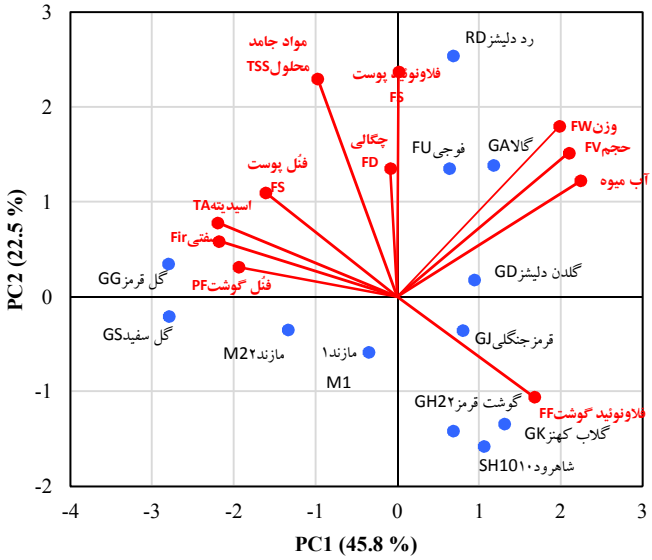
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- ضرایب همبستگی فنوتیپی صفات موردمطالعه در ارقام و ژنوتیپ‌های سیب. **FJ**: میزان آب میوه، **FV**: حجم میوه، **FW**: وزن میوه، **FF**: فلاونوئید گوشت، **FS**: فلاونوئید پوست، **FD**: چگالی میوه، **TSS**: مواد جامد محلول، **PS**: فنُل پوست، **PF**: فنُل گوشت، **Fir**: سفتی میوه، **TA**: اسید کل میوه. ضرایب همبستگی با قدرمطلق بیش‌تر از ۰/۵۸ در سطح احتمال پنج درصد و بیش‌تر از ۰/۷۰ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار می‌باشد.

Fig. 1. Phenotypic correlation coefficients of studied traits in apple cultivars and genotypes. FJ: Fruit Juice, FV: Fruit volume, FW: Fruit Weight, FF: Flavonoid flesh, FS: Flavonoid skin, FD: Fruit Density, TSS: Total Soluble Solids, PS: Phenol skin, PF: Phenol flesh, Fir: Fruit Firmness, TA: Titratable Acidity. Red delicious: RD, Golden delicious:GD, Gala: GA, Fuji: FU, Mazand1; M1, Mazand2: M2, GolSefid:GS, Golghermez: GG, Shahroud10: SH10, Golab kohanz: GK, Ghermez Jangali: GJ, Gosht Ghermez: GH The correlation coefficients with the absolute values higher than 0.58 and 0.70 are significant at the probability level of 0.05 and 0.01, respectively.

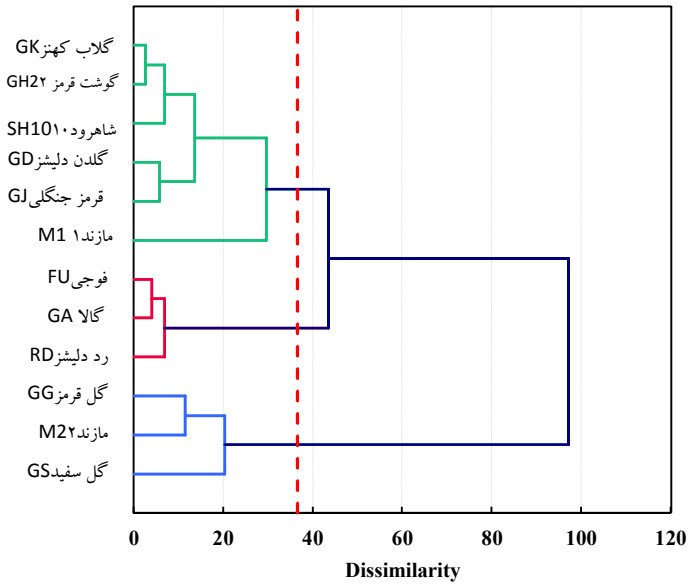


شکل ۲- پراکنش ارقام و ژنوتیپ‌های سیب مورد مطالعه بر اساس صفات مؤثر در مؤلفه‌های اول (PC1 = ٤٥/٨٪) و دوم (PC2 = ٢٢/٥٪).

Fig. 2. Distribution of varieties and genotypes of apple studied based on effective traits in components of the first (PC1=45.85%) and second (PC2=22.5%).
FJ: Fruit Juice, FV: Fruit volume, FW: Fruit Weight, FF: Flavonoid flesh, FS: Flavonoid skin, FD: Fruit Density, TSS: Total Soluble Solids, PS: Phenol skin, PF: Phenol flesh, Fir: Fruit Firmness, TA: Titratable Acidity. Red delicious: RD, Golden delicious:GD, Gala: GA, Fuji: FU, Mazand1; M1, Mazand2: M2, GolSefid:GS, Golghermez: GG, Shahroud10: SH10, Golab kohanz: GK, Ghermez Jangali: GJ, Gosht Ghermez: GH.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای برای ارقام سیب موردمطالعه بر اساس روش Ward.

Red delicious: RD, Golden delicious:GD, Gala: GA, Fuji: FU, Mazand1; M1, Mazand2: M2, GolSefid:GS, Golghermez: GG, Shahroud10: SH10, Golab kohanz: GK, Ghermez Jangali: GJ, Gosht Ghermez: GH.

نتیجه‌گیری

این پژوهش می‌تواند مقدمه‌ای برای اصلاح و گزینش ژنوتیپ مطلوب برای اهداف به‌نژادی سیب باشد. نتایج به‌دست آمده از این پژوهش نشان داد که ارقام مورد مطالعه از لحاظ صفات مورد اندازه‌گیری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند. نتایج شاخص‌های آماری نشان داد که برخی صفات ضریب تغییرات فنوتیپی بالاتری داشتند که اهمیت این صفات را در بررسی‌های ریخت‌شناسی نشان می‌دهد. می‌توان از تلاقی ارقام گل‌قرمز و گل‌سفید نام برد که دارای بیش‌ترین میزان سفتی، فنول پوست و فنول گوشت می‌باشند؛ با ارقام فوجی و رددلیشز که دارای بیش‌ترین وزن، آب میوه و مواد جامد محلول بودند، ارقامی با عمر انبارمانی بالاتر و خواص دارویی بیش‌تر ایجاد کرد. هم‌چنین می‌توان از تلاقی این ارقام نتاجی را که دارای سفتی و مواد جامد محلول بالایی باشد برای صادرات و صنایع تبدیلی مانند کمپوت و آبمیوه بهره برد. با توجه به نتایج تجزیه خوشه‌ای می‌توان از ارقامی که دارای بیش‌ترین فواصل ژنتیکی می‌باشند، به‌عنوان والدین تلاقی در برنامه‌های اصلاحی استفاده کرد.

منابع

1. Aaby, K., Hvattum, E. and Skrede, G. 2004. Analysis of flavonoids and other phenolic compounds using high-performance liquid chromatography with bolometric array detection: relationship to antioxidant activity. Agric. Food. Chem. 52: 15. 4595-4603.
2. Abdi, N. and Maddah-Arefi, H. 2002. Study of variation and seed deterioration of *Bromus tomentollus* germplasm, in natural resources genebank. Iran. J. Range. For. Plant Breed. Genet. Res. 7: 1-25.
3. Alizadeh, A. 2008. Identification and collection and morphological evaluation of native apple germplasm in Iran. Research Project Report. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

4.AOAC. 1984. Officinal methods of analysis. Association of official analytiol chemists. Washington, DC., U.S.A. 114p.
5.Balazs, A., Toth, M., Blazics, B., Hethelyi, E., Szarka, S., Ficsor, E., Ficzek, G., Lemberkovics, E. and Blazovics, A. 2012. Investigation of dietary important components in selected red fleshed apples by GC–MS and LC–MS. Fitoterapia. 83: 1356-1363.
6.Barel, A., Paye, M. and Maibach, H. 2014. Handbook of Cosmetic Science and Technology, fourth edition. CRC Press.
7.Bert, P.F., Jouan, I., Tourvieille de Labrouhe, D., Serre, F., Philippon, J., Nicolas, P. and Vear, F. 2003. Comparative genetic analysis of quantitative traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.). 2. Characterization of QTL involved in developmental and agronomic traits. Theor. Appl. Gen. 107: 181-189.
8.Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebenson Wiss Technol. 28: 25-30.
9.Ceymann, M., Arrigoni, E., Schärer, H., Nising, A.B. and Hurrell, R. 2012. Identification of apples rich in health-promoting flavan-3-ols and phenolic acids by measuring the polyphenol profile. J. Food Compos. Anal. 26: 128-135.
10.Chang, C., Yang, M., Wen, H. and Chem, J. 2002. Estimation of total flavonoid content in pro polis by two complementarily colorimetric methods. J. Food Drug Anal. 10: 178-182.
11.Damyar, S., Hasani, D., and Parvaneh, T. 2013. Evaluation of some characteristics of native red-fleshed apple genotypes of Iran. *Seed* Plant Improv. J. 29: 3. 483-501. (In Persian)
12.Duda-Chodak, A., Tarko, T., Satora, P., Sroka, P. and Tuszyński, T. 2010. The profile of polyphenols and antioxidant properties of selected apple cultivars grown in Poland. J. Fruit Ornam. Plant Res. 18: 2. 39-50.
13.Fadai Aghdam, M., Moatafavi, M. and Arzani, K. 2003. Quantitative and qualitative traits of foreign trade of Avil Gold cultivars on vegetative rootstock M. 9. Researches of the National Conference of Apple.Iran. Damavand. 31p. (In Persian)
14.Faramarzi, S.H., Yadolahi, A., Haj Najari, H., Shojaiyan, A. and Damyar, S. 2014. Investigation of morphological characteristics of Iranian red flesh apples, compared to native and commercial varieties. J. Crop Improv. 16: 1. 1-10. (In Persian)
15.Farshadfar, E. 1998. Application of Biometrical genetics in plant Breeding. Razi University Press, 528p. (In Persian)
16.Feliciano, R.P., Antunes, C., Ramos, A., Serra, A.T., Figueira, M.E., Duarte, C.M.M., de Carvalho, A. and Bronze, M.R. 2010. Characterization of traditional and exotic apple varieties from Portugal. Part 1- Nutritional, phytochemical and sensory analysis. J. Funct. Food. 2: 35-45.
17.Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2017. FAOSTAT.
18.Ghorbani, E. and Bakhshi, D. 2011. Evaluation of content of chlorogenic acid, flavonoids and antioxidant potential of 13 native and foreign apple cultivars. J. Plant Prod. Technol. 11: 2. 53-62. (In Persian)
19.Ghorbani, E., Bakhshi, D., Haj Najari, H., Ghasem Nejad, M. and Taghi Dost, P. 2010. Phenolic compounds and antioxidant activity of some cultivars of Iranian and imported apple in the Karaj region. Acta Hort. 24: 1. 705-712.
20.Gonai, T., Manabe, T., Inoue, E., Hayashi, M., Yamamoto, T., Hayashi, T., Sakuma, F. and Kasumi, M. 2006.Overcoming hybrid lethality in a cross between Japanese pear and apple using gamma irradiation and confirmation of hybrid status using flow cytometry and SSR markers. Sci. Hort. 109: 43-47.
21.Gozlekci, S. and Kayank, L. 2000. Physical and chemical changes during fruit development and flowering in pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivar (Hicaznar) grown in Antalya region. Turkey. CHEAM-Options Mediteraians, 42: 79-85.
22.Janick, J., Cummins, J.N., Brown, S.K. and Hemmat, M. 1996. Apples. P 1-77,

www.SID.ir

Archive of SID

In: Janick, J. and Moore, J.N. (Eds) Fruit Breeding, Vol. I, Tree and Tropical Fruits. John Wiley and Sons, New York.
23. Kalinowska, M., Bielawska, A., Lewandowska-Siwkiewicz, H., Priebe, W. and Lewandowski, W. 2014. Apples: content of phenolic compounds vs. variety, part of apple and cultivation model, extraction of phenolic compounds, biological properties. Plant Physiol. Biochem. 84: 169-188.
24. Khanizadeh, Sh., Tsao, R., Rekika, D., Yang, R., Charles, M.T. and Rupasinghe, H.P.V. 2008. Polyphenol composition and total antioxidant capacity of selected apple genotypes for processing. J. Food Compos. Anal. 21: 396-401.
25. Kiani, M.R. and Jahanbin, G.H. 2006. Investigate the genetic diversity of indigenous Melon Iranian masses. J. Iran. Field Crop Res. 2: 17-1. (In Persian)
26. Koch, T., Kellerhals, M. and Gessler, C. 2000. Virulence pattern of Venturia inaequalis field isolates and corresponding differential resistance in Malus × domestica. J. Phytopathol. 148: 357-64.
27. Korban, S. and Skirvin, R. 1984. Nomenclature of the cultivated apple. Hort Sci. 19: 177-180.
28. Lata, B., Przeradzka, M. and Bìnkowska, M. 2005. Great differences in antioxidant properties exist between 56 apple cultivars and vegetation seasons. Agric. Food Chem. 53: 8970-8978.
29. Marks, S.C., Mullen, W. and Crozier, A. 2007. Flavonoid and chlorogenic acid profiles of English cider apples. J. Sci Food Agric. 87: 719-728.
30. McDonald, S., Prenzler, P.D., Autolovich, M. and Robards, K. 2001. Phenolic Content and antioxidant activity of olive extracts. Food Chem. 73: 73-48.
31. McGhie, T.K., Hunt, M. and Barnett, L.E. 2005. Cultivar and growing region determine the antioxidant polyphenolic concentration and composition of apples grown in New Zealand. J. Agric. Food Chem. 53: 3065-3070.
32. Minnocci, A., Iacopini, P., Martinelli, F. and Sebastiani, L. 2010. Micromorphological, biochemical, and genetic characterization of two ancient, late-bearing apple varieties. Eur. J. Hort. Sci. 75: 1-7.
33. Mokhtarian, A., Asgharzadeh, A., Ganji Moghaddam, E., Khavari Khorasani, S. and Hamidi, H. 2016. Investigation of genetic diversity of Razavi Khorasan Province Local Apple (*Malus communis* L.) genotypes using morphological and pmological Characters. J. Plant Prod. 39: 1. 65-78. (In Persian)
34. Mortazavi, S.A. 2000. Investigation quantitative and qualitative traits of apple cultivars of Shahroud region. Master Thesis. AREEO. (In Persian)
35. Mratinić, E. and Fotirić- Akšić, M. 2012. Phenotypic diversity of apple germplasm in South Serbia. Braz. Arch. Biol. Technol. 55: 3. 349-358.
36. Péneau, S., Hoehn, E., Roth, H.R., Escher, F. and Nuessli, J. 2006. Importance and consumer perception of freshness of apples. Food Qual. Prefer. 17: 9-19.
37. Phipps, J.B., Robertson, K.R., Rohrer, J.R. and Smith, P.G. 1991. Origins and evolution of subfam. Maloideae (Rosaceae). Syst Bot. 303-332.
38. Prange, R.K., Meheriuk, M., Lougheed, E.C. and Lidster, P.D. 1993. Harvest and storage, P 64-69, In: C.G. Embree (ed.), Producing Apples in Eastern and Central Canada. Agriculture Canada, Publication 1899/E.
39. Rahai, M., Seadtabatabaie, A., Shah Nejat Busheri, A.A., Abdemishani, S. and Malboobi, M.A. 2004. RFLP using the techniques to assess genetic diversity in canola. Seed Plant Improv. J. 19: 469-481. (In Persian)
40. Redalen, G. 1988. Quality assessment of apple cultivars and selections. Acta Hort. 224: 441-445.
41. Reim, S., Proft, A., Heinz, S. and Hofer, M. 2012. Diversity of the European indigenous wild apple in the East Ore Mountains (Osterzgebirge), Germany. Morphological characterization. Gen. Resour. Crop Evol. 59:1101-1114.
42. Rotondi, A., Magli, M., Ricciolini, C. and Baldoni, L. 2003. Morphological

www.SID.ir

Archive of SID

and molecular analyses for the characterization of a group of Italian olive cultivars. Euphytica. 132: 129-137.

43. Saei, A., Tustin, D.S., Zamani, Z., Talaie, A. and Hall, A.J. 2011. Cropping effects on the loss of apple fruit firmness during storage: The relationship between texture retention and fruit dry matter concentration. Sci. Hort. 130: 256-265.
44. Serra, A.T., Rocha, J., Sepodes, B., Matias, A.A., Feliciano, R.P., Carvalho, A., Bronze, M.R., Duarte, C.M. and Figueira, M.E. 2012. Evaluation of cardiovascular protective effect of different apple varieties correlation of response with composition. Food Chem. 135: 2378-2386.
45. Shukla, S., Bhargava, A., Chatterjee, A., Srivastava, A. and Singh, S. 2006. Genotypic variability in vegetable amaranth (*Amaranthus tricolor* L.) for foliage yield and its contributing traits over successive cuttings and years. Euphytica. 151: 130-110.
46. Stansfield, W.D. 1991. Theory and Problems in Genetics. McGraw-Hill.
47. Veberic, R., Trobec, M., Herbinger, K., Hofer, M., Grill, D. and Stampar, F. 2005. Phenolic compounds in some apple (*Malus domestica* Borkh) cultivars of organic and integrated production. J. Sci. Food Agric. 85: 10. 1687-1694.
48. Vieira, F., Campelo Borges, G.S., Copetti, C., Pietro, P.F., Nunes, E. and Fett, R. 2011. Phenolic compounds and antioxidant activity of the apple flesh and peel of eleven cultivars grown in Brazil. Sci. Hort. 128: 261-266.
49. Wang, X., Li, C., Liang, D., Zou, Y., Li, P. and Ma, F. 2014. Phenolic compounds and antioxidant activity in red-fleshed apples. J. Funct. Food. 18: 1086-1094.

www.SID.ir

www.SID.ir